

# 车载网络通信控制器检测仪设计与实现

邹明虎<sup>1</sup>, 王振楠<sup>2</sup>, 冷育明<sup>3</sup>, 柳东方<sup>1</sup>

(1. 中国人民解放军 65183 部队, 辽宁 辽阳 111299; 2. 陆军装甲兵学院士官学校, 长春 130117;

3. 中国人民解放军 31696 部队, 辽宁 锦州 121000)

**摘要:** 针对指控装备车载网络通信控制器离线检测难这一问题, 综合运用计算机技术、网络技术和通信技术设计了检测仪; 介绍了检测仪的功能、软硬件组成、软件工作流程, 并分别以控制口、以太网口、HUB 口和 RS232 口为例给出了网络通信控制器整机性能检测原理; 实验和应用结果表明, 该检测仪具有连接使用方便、检测速度快和自动化程度高等优点, 较好地解决了车载网络通信控制器离线检测问题, 满足了部队维修保障需要, 可为其他车载指控设备的检测与维修提供借鉴和参考。

**关键词:** 网络通信控制器; 检测终端; 适配器; 性能检测

## Design and Implementation of Detecting Instrument for Certain Vehicle-mounted Network Communication Controller

Zou Minghu<sup>1</sup>, Wang Zhennan<sup>2</sup>, Leng Yuming<sup>3</sup>, Liu Dongfang<sup>1</sup>

(1. Army 65183 Unit, PLA, Liaoyang 111299, China;

2. Sergeant School, Army Armored Military Academy, Changchun 130117, China;

3. Army 31696 Unit, PLA, Jinzhou 121000, China)

**Abstract:** In order to solve the problem for off-line detection difficulty of certain type vehicle-mounted network-communication-controller fixed on command and control equipment, detecting instrument has been designed by comprehensively using the computer technology, the network technology and the communication technology. Introduces the functions, the hardware and software components, the software flow about the detecting instrument, and illustrates the performance test principles by separately taking the control-port, the ethernet-port, the HUB-port and RS232-port as the examples. The experimental and applied results show that the detection instrument has advantages in connection convenience, rapid detection speed and high automation degree etc, it is a good solution to the off-line detection problem, has met the requirements of maintenance support for forces, and can provide reference for the testing and maintenance of other command and control equipments.

**Keywords:** network-communication-controller; detection terminal; adapter; performance test

## 0 引言

指控装备作为信息化指挥作战平台, 随着科学技术的发展和作战维度的增加, 已融合了当今太多高新技术, 涉及了许多学科领域, 其系统复杂、设备繁多、结构紧凑, 检测维修难度也持续加大<sup>[1-4]</sup>。网络通信控制器作为指控装备的核心节点设备, 起着信息汇集、交换和传输作用, 快速检测其技术性能、判定其故障所在, 不仅对快速修复网络通信控制器起着关键作用, 而且对判定故障是否发生在其它设备, 快速修复整个系统也起着重要作用。

某型网络通信控制器受载车空间的限制其结构设计得特别紧凑, 仅通过一个矩形连接器接口与其他不同协议接口设备进行通信, 对其技术状态的判定, 只能通过检查与其它设备的通信正常与否来进行, 一旦指控系统出现故障很难判定网控器技术状态正常与否。本文研制的检测仪,

可以使网络通信控制器在离线状态下进行检测, 有效解决了其性能检测问题, 取得了较好的实际效果。

## 1 检测仪硬件设计

### 1.1 检测仪功能设计

检测仪能完成网络通信控制器共 7 种 20 个端口的整机性能检测。网络通信控制器通过一个 115 芯的矩形连接器与周围设备进行数据通信, 矩形连接器共包含有 1 个控制口、1 个 ETH 口、7 个 HUB 口、2 个 LTU 口、2 个 CDP 口、5 个 RS-232 口和 2 个 RS-422 口共 7 种 20 个端口的数据线。检测仪能对这 7 种 20 个端口的技术性能进行检测, 从而实现整机性能检测。

### 1.2 检测仪硬件结构

检测仪硬件主要由检测终端和检测适配器两部分组成, 如图 1 所示。

为提高便携性和续航能力, 检测终端选用笔记本电脑。检测适配器由矩形连接器接口、数据接口分线器、1 个控制口、1 个 ETH 口、7 个 HUB 口、2 个 LTU 口、2 个 CDP 口、5 个 RS-232 口、2 个 RS-422 口和电源电路组成, 如

收稿日期:2018-11-18; 修回日期:2018-12-18。

作者简介:邹明虎(1966-),男,吉林和龙人,硕士,高级工程师,主要从事武器系统性能检测与故障诊断方向的研究。

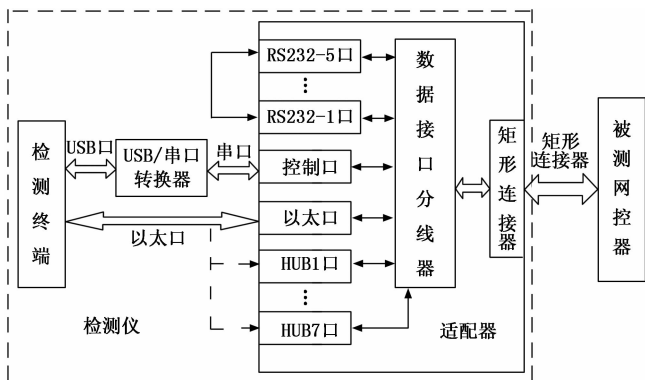


图 1 网络通信控制器测试原理图

图 2 所示。数据接口分线器的作用是按照不同通信协议将 115 条数据线分离成 7 种 20 个通信端口。电源电路采用交流 220 V 和直流 +24 V 两种供电方式, 同时, 检测仪具有作为电源使用功能, 可为其它被测设备提供 +24 V 直流电源。

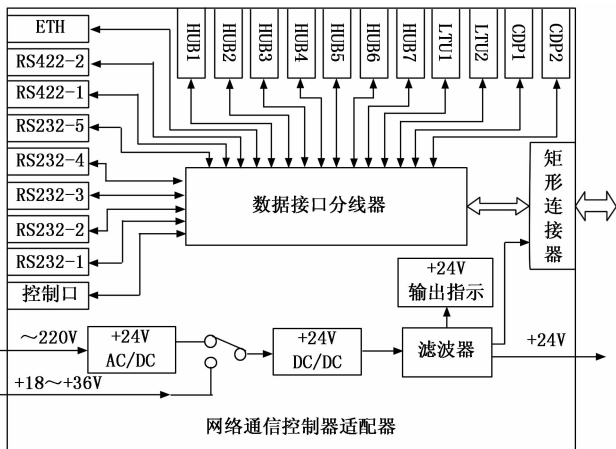


图 2 网络通信控制器适配器原理图

### 1.3 硬件工作原理

网络通信控制器参数信息可以通过控制口进行设置与查询, 由于该控制口采用串行通信方式, 检测软件使用了 Visual C++ 提供的 ActiveX 控件 Microsoft Communications Control (即 MSComm) 来支持应用程序对串口的访问, 从而实现检测终端与网络通信控制器控制口收发数据。下面以控制口、ETH 口、HUB 口和 RS-232 口为例, 其检测原理分述如下:

1) 控制口检测。检测终端内安装有 FTDI CDM 驱动器软件, 使用 Z-TEK 型号专用数据线缆解决 USB 口转串口问题, 这样, 检测终端既可以通过 USB 口经 USB 转串口线缆与适配器控制口进行通信, 也可以通过检测终端串口直接与适配器控制口进行通信。启动检测软件后, 在测试项目选择界面选择控制选择项目, 利用弹出的对话框, 选择检测终端与适配器控制口进行通信的端口, 按图 1 连接方式, 选择 USB 口, 然后, 在测试项目选择界面选择性能检

测项目, 弹出性能检测页面, 如图 3 所示, 此页面提供网控器 7 种 20 个端口连通性能检测操作。点击“联机”按钮调用联机程序, 通过 MSComm 控件设置通信端口号、端口状态、输入模式、输入输出缓冲区大小、硬件握手状态、传输缓冲区中允许的最小字符数、从接收缓冲区读取的字符数, 以及匹配的波特率、奇偶校验、数据位、停止位等参数, 使检测终端检测软件与网控器内软件互通。点击“进入特权模式”按钮, 向网控器发送网控器规定的相应系统命令, 使网控器进入特权模式, 并具备运行其内部程序的必备条件。单击“控制口检测”按钮, 调用控制口检测程序, 通过 USB 口、适配器控制口、数据接口分线器和矩形连接器向网控器控制口发送检测命令, 网控器根据接收到的命令经原路径反馈回相应信息, 触发检测软件 MSComm 控件事件捕获处理函数, 通过数据读取和比对, 判断网控器控制口的通信性能, 并给出检测结果, 实现对控制口的检测。



图 3 网络通信控制器检测页面

2) ETH 口检测。在控制口正常状态下, 在检测页面点击“配置 ETH 口”按钮, 检测软件便执行 ETH 口参数配置程序, 检测终端通过 USB 口、USB 转串口线缆、适配器控制口、数据接口分线器、矩形连接器和网控器控制口, 对网控器 ETH 口进行参数配置, 配置前, 先将 ETH 口原参数进行保存, 并清除原参数占用空间以留给新配置参数, 保存原参数是为检测完恢复原参数时使用。重新配置 ETH 口 IP 地址, 确保适配器 ETH 口 IP 地址和检测终端以太网 IP 地址在同一网段内。ETH 口参数配置完成后, 检测软件便执行 ETH 口检测程序, 通过检测终端以太网口、适配器以太网口、数据接口分线器、矩形连接器, 向被测网控器以太网口进行 Ping 包测试<sup>[5-8]</sup>, 根据返回的 Ping 包数量判定网控器以太网通信性能, 并给出检测结果, 同时清除新参数, 再恢复为原参数的配置, 完成对以太网口的检测。

3) HUB 口检测。HUB 口检测原理与以太网口相同。网控器内有内置集线器, 7 个 HUB 口是共用一个 IP 地址。用与以太网口同样的方法, 检测软件执行 HUB 口参数配置程序, 通过控制口设置 7 个 HUB 口的 IP 地址, 使其与检测终端以太网 IP 地址在同一网段内。测试时, 在测试页面选

择要测试的 HUB 口, 并将测试电缆连接于该 HUB 口, 通过执行 HUB 口检测程序, 利用 Ping 包的方法完成检测。

4) RS232 口检测。对 5 个 RS232 端口的检测是采用环回组合的方法, 所有环回组合如表 1 所示。

表 1 5 个 RS232 端口环回组合表

序号	组合端口号	序号	组合端口号
1	RS232-1 口/ RS232-2 口	6	RS232-2 口/ RS232-4 口
2	RS232-1 口/ RS232-3 口	7	RS232-2 口/ RS232-5 口
3	RS232-1 口/ RS232-4 口	8	RS232-3 口/ RS232-4 口
4	RS232-1 口/ RS232-5 口	9	RS232-3 口/ RS232-5 口
5	RS232-2 口/ RS232-3 口	10	RS232-4 口/ RS232-5 口

在适配器上把要检测的任意两个 RS232 端口用环回数据线缆相连接, 如果通过检测, 两个端口通信正常, 则在检测终端给出两个端口均“正常”的检测结果, 反之给出“故障”检测结果, 如果确定某一个端口性能正常, 则可判定另一个端口出现故障。

以检测 RS232-1 端口与 RS232-5 端口为例。在适配器上将 RS232-1 端口与 RS232-5 端口用环回数据线缆相连接, 如图 4 所示, 在性能检测页面 RS232 口区域选择对应的两个 RS232 端口, 点击“配置参数”按钮, 检测软件便执行参数配置程序, 通过 USB 口、USB 转串口线缆、适配器控制口、数据接口分线器和矩形连接器给网控器控制口输入网控器规定的相应系统命令, 使网控器由特权模式转为全局配置命令模式, 再转为接口配置模式, 配置前, 先将两个 RS232 端口原参数进行保存, 并清除原参数占用空间以留给新配置参数, 保存原参数同样是为检测完恢复原参数时使用。重新配置两个端口的 IP 地址参数, 确保设置后的 IP 地址在同一网段内。参数配置完成后, 点击“检测”按钮执行检测程序, 检测终端通过 USB 口、USB 转串口线缆、适配器控制口、数据接口分线器、矩形连接器和网控器控制口向网控器内输入网控器规定的系统 Ping 检测命令, 收到 Ping 检测命令后, 网控器执行其内部程序通过环回线缆对已配置 IP 地址的 RS232-1 端口和 RS232-5 端口执行 Ping 操作, 操作结果数据通过控制口, 按原路反馈回检测终端, 触发检测仪软件 MScComm 控件事件捕获处理函数, 通过数据读取和比对, 判定 RS232-1 端口和 RS232-5 端口通信性能, 并在显示器上给出检测结果, 同时清除两个端口新参数设置, 再恢复为原参数的配置, 完成两个 RS232 端口的检测。

对表 1 的所有环回组合进行检测, 如果均正常, 则网控器所用 RS232 端口工作正常。

## 2 检测仪软件设计

### 2.1 检测仪软件组成

检测仪软件选择 Visual C++ 作为编制环境, 包括控制选择程序、控制口检测程序、ETH 口检测程序、HUB 口

检测程序、LTU 口检测程序、CDP 口检测程序、RS-232 口检测程序、RS-422 口检测程序和检测结果记录查询程序共 9 个程序块, 如图 4 所示。

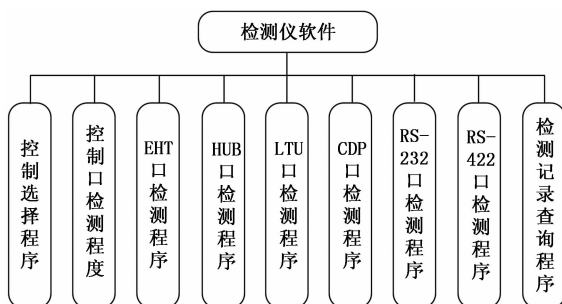


图 4 检测仪软件构成

### 2.2 软件工作流程

检测仪对网络通信控制器进行整机性能检测是通过运行检测终端内的检测软件实现, 其流程如图 5 所示。

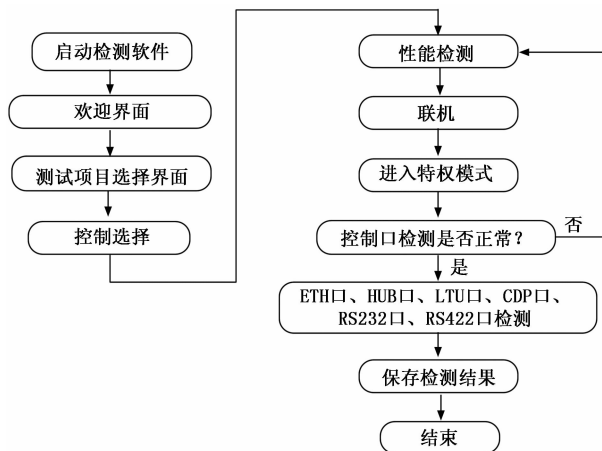


图 5 软件工作流程

在检测终端启动检测软件后, 首先调用人机界面程序, 进入欢迎界面, 接着转入测试项目选择界面, 在此界面先选择控制选择项目, 利用弹出的对话框, 选择检测终端与适配器控制口进行通信的端口, 有串口和 USB 口两种选择, 若检测终端利用串口与适配器控制口进行通信, 则选择串口, 若利用 USB 口与适配器控制口进行通信, 则选择 USB 口。通信端口选择完成后, 在测试项目选择界面选择性能检测项目, 在弹出的对话框中, 通过执行联机程序使检测终端与适配器控制口建立联机, 通过执行特权程序使检测终端与适配器控制口可以进行通信, 然后, 调用控制口检测程序对控制口进行检测, 在控制口正常基础上, 再调用其它端口检测程序, 按照先通过控制口对要检测端口进行参数配置, 然后再进行通信性能检测的顺序进行, 检测完毕后给出检测结果, 并对检测结果进行保存。

### 3 实验结果与分析

检测仪进行实际应用前对各端口的检测功能均进行了

实验, 以下是对 ETH 口和 RS232 口的实验。

### 3.1 实验方法

#### 3.1.1 实验拓扑图

ETH 口检测功能的实验拓扑如图 6 所示, RS232 口检测功能的实验拓扑如图 7 所示。

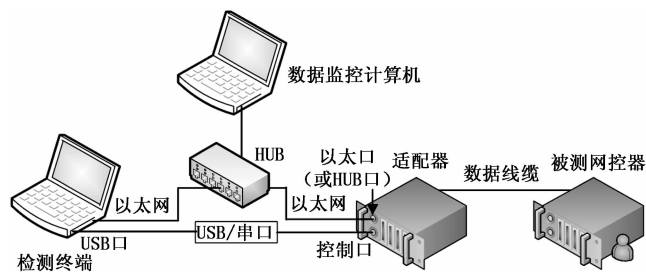


图 6 ETH 口检测功能实验拓扑图

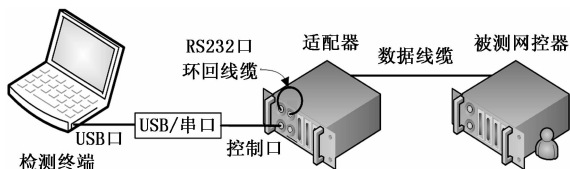


图 7 RS232 口检测功能实验拓扑图

#### 3.1.2 实验方法

ETH 口检测功能实验方法: 在检测终端以太网与适配器 ETH 口之间通过 HUB (集线器) 连接数据监控计算机, 用于使用抓包工具 WireShark 捕捉测试数据。检测过程中通过断开网控器内部 ETH 口网线或设置网控器内部其它硬件电路故障的方式来控制 ping 不通的次数。运行检测软件对网控器 ETH 口进行检测, ping10 次, 如果均 ping 通, 则认为网控器 ETH 口正常, 如果小于 10 次, 则认为 ETH 口异常, 然后, 通过核对检测软件的发包数量、监控计算机捕捉到的应答包数量及检测终端显示的检测结果三者之间是否符合这一逻辑关系来验证检测仪对 ETH 口检测功能的正确性。

RS232 端口检测功能实验方法: 以 RS232-1 端口与 RS232-5 端口为例。用环回数据线缆将适配器上 RS232-1 端口与 RS232-5 端口相连接, 在检测终端对两端口进行参数配置, 然后对两端口进行检测。检测过程中通过断开网控器内部 RS232-1 端口线或设置网控器内部其它硬件电路故障的方式来控制 RS232-1 端口处于故障状态的次数。共做 11 组检测实验, 每组 10 次, 11 组实验按 RS232-1 端口故障次数由 0 至 10 的数字递增, 然后, 通过核对 RS232-1 端口设置故障的次数、RS232-1 和 RS232-5 端口的预期正常次数及检测终端显示的 RS232-1 和 RS232-5 端口的正常次数三者之间是否相一致来验证检测仪对 RS232 口检测功能的正确性。在 RS232-5 端口设置故障的次数及实验方法与 RS232-1 端口相仿, 此处不再赘述。

### 3.2 实验数据与结果分析

1) ETH 口检测功能实验数据如表 2 所示。

2) RS232-1 口与 RS232-5 口检测功能实验数据分别如表 3、表 4 所示。

表 2 ETH 口检测功能实验数据

序号	发包数量	应答包数量	预期结果	检测结果
1	10	10	正常	正常
2	10	9	异常	异常
3	10	8	异常	异常
4	10	7	异常	异常
5	10	6	异常	异常
6	10	5	异常	异常
7	10	4	异常	异常
8	10	3	异常	异常
9	10	2	异常	异常
10	10	1	异常	异常
11	10	0	异常	异常

表 3 RS232-1 口与 RS232-5 口检测功能实验数据 (RS232-1 口设置故障)

序号	检测次数	RS232-1 口设置故障次数	RS232-5 口设置故障次数	预期结果		检测结果	
				RS232-1 正常次数	RS232-5 正常次数	RS232-1 正常次数	RS232-5 正常次数
1	10	0	0	10	10	10	10
2	10	1	0	9	9	9	9
3	10	2	0	8	8	8	8
4	10	3	0	7	7	7	7
5	10	4	0	6	6	6	6
6	10	5	0	5	5	5	5
7	10	6	0	4	4	4	4
8	10	7	0	3	3	3	3
9	10	8	0	2	2	2	2
10	10	9	0	1	1	1	1
11	10	10	0	0	0	0	0

表 4 RS232-1 口与 RS232-5 口检测功能实验数据 (RS232-5 口设置故障)

序号	检测次数	RS232-1 口设置故障次数	RS232-5 口设置故障次数	预期结果		检测结果	
				RS232-1 正常次数	RS232-5 正常次数	RS232-1 正常次数	RS232-5 正常次数
1	10	0	0	10	10	10	10
2	10	0	1	9	9	9	9
3	10	0	2	8	8	8	8
4	10	0	3	7	7	7	7
5	10	0	4	6	6	6	6
6	10	0	5	5	5	5	5
7	10	0	6	4	4	4	4
8	10	0	7	3	3	3	3
9	10	0	8	2	2	2	2
10	10	0	9	1	1	1	1
11	10	0	10	0	0	0	0

从表 2~4 实验数据可看出, 检测结果与预期结果完全

一致,证明检测仪的检测功能正确。

### 4 关键技术及解决难题

1) 应用 Z-TEK 型号专用数据线缆,解决了检测终端 USB 接口不能与适配器控制口通信问题,实现了检测终端对网络通信控制器的控制。

2) 应用接口转换技术,将网络通信控制器一个具有 115 条数据线的矩形连接器接口,按指控系统使用的不同通信协议转换成 7 种 20 个圆形连接器数据接口,实现了数据信号分类转接、传输与检测。

3) 通过创建 VC 微软通信控件 MSComm 对象,调用 SetSettings 函数设置波特率、校验位、数据位和停止位参数,解决了检测仪与网络通信控制器 Monitor 程序不能互联互通问题,实现了通信协议一致,确保了端口参数设置命令与反馈数据信息的正确完整。

### 5 结束语

本检测仪采用“检测终端+适配器”的结构设计,综合运用计算机技术、网络通信技术和自动测试技术,解决了网络通信控制器离线检测难的问题,满足了维修保障时,对网控器各端口通信性能进行检测的需求,下一步还将对环回检测法进一步完善,将故障确定到具体每一端口。实验和应用结果表明,该检测仪克服了用传统仪器检测带来的使用设备多、连接麻烦、操作步骤繁琐和检测时间长等

(上接第 279 页)

小数点后两位。钢轨波磨检测首先要对波磨进行标定,通过弦测法使用激光传感器获取波磨测量值,再将标定值与测量值进行比较得出实际钢轨磨损值。图 13 显示的是 1 000 mm 测量范围内钢轨波磨曲线图,通过测量软件可获取波磨的波峰、波谷等数据。

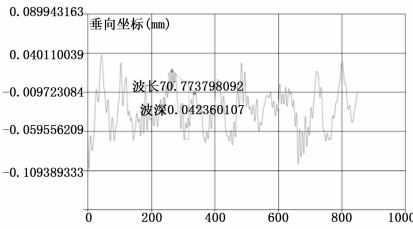


图 13 测量波磨曲线图 (MAX: 0.04 mm)

通过查阅文献得知,当钢轨波磨超出钢轨轻伤标准规定的波深 0.5 mm 后,应及时对此路段钢轨进行打磨处理。进行钢轨打磨后,钢轨表面不平度应小于 0.2 mm。钢轨维护人员将检测装置软件系统检测结果与建议值比较,从而为钢轨后续打磨提供数据支持<sup>[10]</sup>。

### 4 结论

本文在研究分析波磨测量方法与原理的基础之上,设计研发了激光式波磨自动检测装置,实现了钢轨波磨的精确自动化测量,非接触式的测量设计有效避免了接触式测量所固有的缺陷,为钢轨维护提供了必要的测量方法和数

缺点,不仅为网控器增加了新的检测维修方法,也为其它指控设备的检测与维修开辟了新的途径。

### 参考文献:

[1] 邵智超,刘桂云,瞿福琪.某型指控装备虚拟维修训练与考核系统设计与实现 [A].北京:第二届中国指挥控制大会 [C].2014,08:234-237.

[2] 吕朋亮,陈国顺.指控装备多 Agent 远程监测与诊断系统设计与实现 [J].计算机测量与控制,2015,23(5):1599-1601,1605.

[3] 吉兵,崔佩璋.指控装备模拟维修系统设计与实战化训练研究 [A].北京:第六届中国指挥控制大会 [C].2018(7):938-941.

[4] 狄宋珍,闫树威,田大新.指挥与控制装备技术发展趋势 [J].火力与指挥控制,2016,41(3):183-185.

[5] 莫皓颖,罗文,卢江民.战术网络测试方法研究 [J].通信技术,2016,49(11):1514-1518.

[6] 范朝元.基于 PXI 总线的指控通信装备综合检测系统设计与实现 [D].重庆:重庆大学,2013.

[7] 王庆双,李卫民.一种基于 LabWindows/CVI 的以太网口的自动测试的方法 [J].航空电子技术,2016,47(2):16-20.

[8] 徐业荣,包明磊,李明.一种基于 1wIP 协议栈的双网口通信方案设计 [J].计算机应用与软件,2016,33(9):127-129.

据支持,而且极大地提高了钢轨检测和维护的效率。检测装置体积小,重量轻,适用于各种复杂的检测现场,实现了对波磨集中路段的及时测量,节省了大量人力和物力。

### 参考文献:

[1] 李伟,杜星,王衡禹.地铁钢轨一种波磨机理的调查分析 [J].机械工程学报,2013,49(16):26-32.

[2] 李清勇,章华燕.基于钢轨图像频域特征的钢轨波磨检测方法 [J].中国铁道科学,2016,37(1):24-30.

[3] 张厚贵,刘维宁,王菁,等.钢轨波磨测量及评价标准的制定 [J].都市轨道交通,2013,26(6):27-32.

[4] 北京交通大学.北京轨道交通异常磨耗调查及治理措施实验研究 [R].北京,2012.

[5] 沈钢,张学华,郭满鸿.地铁曲线钢轨波浪型磨耗的测量分析 [J].城市轨道交通研究,2011,14(4):53-54,58.

[6] 马子骥.基于多线结构光视觉的钢轨波磨动态测量方法 [J].仪器仪表学报,2018,39(6):189-197.

[7] 王晨光,孙运强,许鸿鹰.步进电机的单片机控制设计分析 [J].国外电子测量技术,2008(9):39-41,6.

[8] 路军杰,周军,赵斌.基于循环缓冲区的 xPC 目标串口通信研究 [J].测控技术,2011,30(7):53-57.

[9] 杨惠喜.城市轨道交通钢轨异常波磨的特点及治理对策 [J].都市轨道交通,2012,25(5):105-108.

[10] 李宏锋,陈建政,任愈.地铁轨道波浪形磨耗检测系统研究 [J].无线互联科技,2014(5):80-82.